

УДК 621.391:62-5:410.51

ПРОЦЕДУРА СРАВНЕНИЯ НЕСКОЛЬКИХ КРИВЫХ

Н.Г.Старцева

В данной работе рассматривается процедура сравнения нескольких кривых (более 2-х) для установления областей наибольшей схожести между отдельными кривыми. В основе процедуры лежит метод динамического программирования [1].

Процедура может быть использована для сравнения кривых различной природы: сейсмических кривых, гидроакустических сигналов, энцефалограмм и т.д. Например, в геологии для исследования слоистой структуры почвы, в гидроакустике для исследования структуры океана.

О п и с а н и е п р о ц е д у р ы. Рассмотрим процедуру сравнения на примере 3-х кривых. Каждая кривая разбивается на сегменты фиксированной длины, за величину сегмента можно выбрать среднее значение амплитуды данного сегмента или n -мерный вектор амплитуд сегмента (где $n = 1, 2, \dots$).

Для сравнения кривых строится объемная матрица сходства $\{a_{ijk}\}$, где $i = \overline{1, N1}$, $j = \overline{1, N2}$, $k = \overline{1, N3}$, $N1$ - количество сегментов первой кривой, $N2$ - второй, $N3$ - третьей. Элементами матрицы являются меры сходства между сегментами различных кривых $a_{ijk} = \alpha^2 / (\alpha^2 + \rho_{ijk}^2)$. Здесь α^2 выбирается на основании экспериментов,

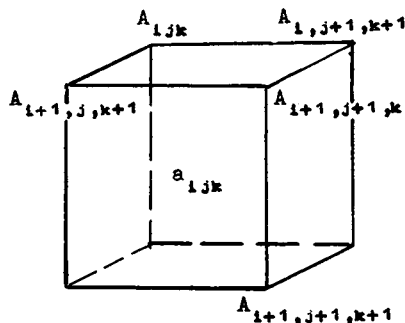
$$\rho_{ijk}^2 = \frac{\rho_{ik}^2 + \rho_{jk}^2 + \rho_{ij}^2}{3},$$

где ρ_{ik} - евклидово расстояние между i -м сегментом первого слова и k -м сегментом третьего слова; ρ_{jk} - евклидово расстояние между j -м сегментом второго слова и k -м третьим; ρ_{ij} - евкли-

дово расстояние между i -м сегментом первого слова и j -м сегментом второго слова.

Мера сходства a_{ijk} может принимать значения от 1 для одинаковых сегментов до 0 для бесконечно удаленных.

Под мерой сходства A между кривыми будем понимать максимум функционала F , вычисленного вдоль всех возможных путей на матрице $\{a_{ijk}\}$, т.е. $A = \max F$. Функционал F есть сумма тех элементов матрицы, через которые проходит выбранный путь, деленная на длину более длинной кривой. Под длиной кривой понимается количество сегментов, на которые она разбита.



Матрица $\{a_{ijk}\}$ представляет собой непланарный граф, а задача максимизации функционала сходства есть задача нахождения максимального пути на графе. Длина максимального пути вычисляется методом динамического программирования.

Пронумеруем узловые точки матрицы $\{a_{ijk}\}$, как это представлено для элемента a_{ijk} на рисунке. Требуется найти длину пути от точки A_{111} до точки $A_{N1+1,N2+1,N3+1}$, граничные условия задаются в следующем виде: $A_{1,N2+1,N3+1} = A_{N1+1,j,N3+1} = A_{N1+1,N2+1,k} = 0$, вычисления ведутся последовательно, начиная с точки $A_{N1,N2,N3}$ по схеме

$A_{ijk} = \max\{A_{i+1,j+1,k+1} + 3a_{ijk}; A_{i+1,j,k+1} + 2a_{ijk}; A_{i+1,j+1,k} + 2a_{ijk}; A_{i,j+1,k+1} + 2a_{ijk}; A_{i,j,k+1} + a_{ijk}; A_{i+1,j,k} + a_{ijk}; A_{i,j+1,k} + a_{ijk}\}$,
 $i = \overline{1, N1}, j = \overline{1, N2}, k = \overline{1, N3}$.

На последнем шаге вычислений получаем длину пути A_{111} . После нормировки по длине кривой, т.е. после деления A_{111} на длину более длинной кривой получаем A - меру сходства между кривыми.

Теперь необходимо восстановить полученный путь подъема от точки $A_{N1+1,N2+1,N3+1}$ до точки A_{111} , т.е. спуститься по этой

же схеме вниз. Тем самым получим картину наибольшей схожести отдельных сегментов между тремя кривыми: i - сегмент первой кривой, j - сегмент второй кривой и k - сегмент третьей кривой считаются похожими между собой, если путь на графе проходит через элемент матрицы a_{ijk} .

Аналогично трехмерному случаю можно расширить вышеописанный алгоритм для 4, 5 и т.д. кривых, но при этом необходимо учесть, что затраты машинного времени - количество операций пропорционально произведению длин кривых (для 3-х кривых это $N1 \times N2 \times N3$).

Вышеизложенная процедура реализована на ФОРТРАНе ДОС ЕС и применяется для нахождения областей наибольшей схожести гидроакустических сигналов для выделения слоистой структуры океана, необходимой в исследовании морских течений.

Л и т е р а т у р а

И. ЗАГОРУЙКО Н.Г. Методы распознавания и их применение. -М.: Сов.радио, 1972. - 206 с.

Поступила в ред.-изд.отд.
II марта 1984 года